

食品安全与质量控制技术

SHIPIN ANQUAN YU ZHILIANG KONGZHI JISHU

主 编 陈士恩 侯昌明 蒲万霞

食品安全与质量控制技术 (下)

SHIPIN ANQUAN YU ZHILIANG KONGZHI JISHU

主 编 陈士恩 侯昌明 蒲万霞

副主编 曹 竑 李建江 翟晓明

梁剑平

编委会名单

主 编：陈士恩 侯昌明 蒲万霞

副主编：曹 竑 李建江 翟晓明 梁剑平

编 委：陈士恩 侯昌明 蒲万霞 曹 竑 李建江 翟晓明 梁剑平

龙 玲 柏家林 刘俊林 徐继英 霍生东 阿依木古丽

马省强 潘和平 王 瑞 郭鹏辉 陆会宁 王曙阳 陶 蕾

王香玲 罗晓琴 马永华 仝伟建 魏 晨 贾广合 王娟妮

韩霁光 李绪伦 李振明

目 录

下 册

第十九章 乳与乳制品卫生	339
第一节 概述	339
一、乳的概念	339
二、乳的化学组成	340
三、乳的物理性质	344
四、乳的营养价值	345
第二节 影响乳与乳制品卫生质量的因素	346
一、乳畜的种类和品种	346
二、乳畜的年龄和泌乳期	346
三、饲养管理和环境温度	346
四、挤乳方法	347
五、乳畜的健康状况	347
六、乳的化学性污染	347
七、乳的微生物污染	347
八、加热和冷冻加工	349
第三节 鲜乳的生产加工卫生	350
一、乳的生产卫生	350
二、鲜乳的初步加工卫生	351
第四节 鲜乳的卫生检验	353
一、样品的采集	353
二、感官检验	353
三、理化检验	354
四、微生物检验	354
五、乳房炎乳的检验	354
第五节 掺假乳的检验	355
一、乳中掺假物的特点和分类	355
二、牛乳掺假检验	356
第六节 鲜乳的卫生评价与处理	357
第七节 奶粉的卫生检验	357
第八节 炼乳的卫生检验	359

第九节 酸奶的卫生检验	360
第十节 奶油的卫生检验	360
第二十章 水产及水产制品卫生	363
第一节 水产食品的化学组成及营养价值	363
一、水产食品的化学组成	363
二、水产食品的营养价值	364
第二节 鱼在保藏时的变化	365
一、鲜鱼的变化	365
二、冰冻鱼的变化	366
三、咸鱼的变化	366
四、干鱼的变化	367
第三节 鱼及鱼制品的加工卫生与检验	367
一、鱼及鱼制品加工的卫生要求	367
二、鱼及鱼制品的卫生检验	367
三、鱼及鱼制品的卫生评价	368
第四节 有毒鱼类的鉴别	369
一、毒鱼类	369
二、刺毒鱼类	370
第五节 贝甲类的检验	370
一、贝甲类的卫生检验	370
二、贝甲类的卫生评价	371
第二十一章 加工食品卫生	372
第一节 肉类罐头的加工卫生与检验	372
一、肉类罐头的加工卫生监督	372
二、肉类罐头的卫生检验	375
第二节 饮料酒卫生	381
一、饮料酒的种类和主要化学成分	381
二、饮料酒与人体健康的关系	382
三、饮料酒的卫生监督	383
四、酒中的有害成分及其控制方法	384
五、饮料酒卫生评价	386
第二十二章 HACCP 与食品质量控制	390
第一节 HACCP 的起源和发展	390
一、HACCP 体系的起源及发展	390
二、HACCP 体系的基本术语	391
三、HACCP 控制体系的特点	391
四、实施 HACCP 体系的意义	393
第二节 HACCP 原理及应用	393
一、HACCCPP 计划的前提条件	394
二、HACCP 七个原理	394

三、制定和实施 HACCP 计划的步骤	404
四、HACCP 计划的制定	405
第三节 我国食品生产企业的 HACCP 体系认证	409
一、食品生产企业的 HACCP 体系认证	409
二、食品企业管理体系建立与认证的意义	410
三、食品生产企业的 HACCP 体系认证的步骤	411
第二十三章 食品良好生产规范与食品质量控制	416
第一节 GMP 的起源和发展	416
第二节 GMP 的目的、组成和特点	418
第三节 GMP 管理的基本内容和要求	419
第四节 建立 GMP 全面管理体系	422
第五节 食品 GMP 管理文件的制定	425
第六节 我国保健品 GMP 认证过程及要点	429
第二十四章 ISO9000 与食品质量控制	433
第一节 ISO9000 系列标准简介	433
一、ISO9000 族标准的产生和发展	433
二、ISO9000 族标准的概念和结构	435
三、重要术语和定义	436
四、ISO9000 族标准的特点	438
五、实施 ISO9000 族标准的意义	438
六、ISO9000 族标准与其他管理体系标准	439
第二节 ISO9000 系列标准的构成	440
一、ISO9000 族标准的八大原则	440
二、2008 版 ISO9000 系列标准结构	441
第三节 ISO9000 系列标准在我国的应用情况	444
一、ISO9000 系列标准的应用领域	444
二、ISO9000 系列标准在国际上的应用	444
三、ISO9000 系列标准在我国的应用	444
第四节 ISO9001 质量管理体系在食品企业的建立和实施	445
一、食品企业实施质量管理体系的总要求	445
二、保持质量管理体系的总要求的实施步骤	446
三、ISO9000 认证	446
第二十五章 食品 QS 认证	452
第一节 食品 QS 认证概述	452
一、工业产品生产许可证制度	452
二、食品质量安全市场准入制度(QS)	454
三、食品生产许可证制度	455
四、食品包装市场准入制度	458
第二节 食品质量安全市场准入制度对加工企业的具体要求	459
一、食品安全市场准入标志	459

二、食品质量安全准入制度对食品生产加工企业的具体要求	463
第三节 食品 QS 认证	465
一、食品 QS 认证	465
二、食品 QS 认证程序	465
三、食品 QS 认证流程	468
四、食品 QS 认证进度	469
五、许可证相关时间	471
六、产品实施细则	472
第二十六章 食品产品质量认证	477
第一节 概述	477
一、我国食品产品质量认证	477
二、几种食品产品质量认证的比较	477
第二节 无公害食品认证	479
一、无公害食品概述	479
二、无公害食品标准	482
三、无公害食品认证	483
四、无公害农产品产地认定	484
五、无公害农产品产品认证	487
六、无公害农产品一体化认证申报	491
七、无公害农产品(食品)的认证管理	493
第三节 绿色食品认证	493
一、绿色食品的概述	493
二、绿色食品的标准体系	497
三、绿色食品标志的申报与认证	498
四、绿色食品管理体系的组成和基本特征	503
五、绿色食品标志的使用与管理	505
第四节 有机食品认证	506
一、有机食品概述	506
二、有机产品标准	508
三、有机食品认证的法律法规	508
四、有机食品认证的程序	510
五、有机食品认证标志的使用与管理	511
第二十七章 食品标准与食品质量控制	513
第一节 标准与标准化	513
一、标准	513
二、标准化	515
三、标准化的基本原理	516
四、标准的分类体系	517
五、制定标准的程序	520
第二节 食品标准	524

一、食品标准	524
二、国家食品安全标准	525
第三节 食品标准的制定与贯彻实施	526
一、食品标准制定	526
二、食品标准的贯彻实施	529
第二十八章 食品安全性评价及注意事项	531
第一节 急性毒性试验	531
一、急性毒性和急性毒性试验的目的	531
二、经典急性致死性毒性试验	532
三、急性毒性分级	535
四、急性毒性试验的其他方法	536
第二节 亚慢性和慢性毒性试验	540
一、亚慢性和慢性毒性试验的概念和目的	540
二、亚慢性和慢性毒性试验方法	541
第三节 致突变作用	548
一、致突变的类型	548
二、化学诱变的分子机理	551
三、突变的后果	552
四、致突变试验	552
五、试验结果的评定	555
第四节 食品添加剂的生殖发育毒性作用及其评价	556
一、生殖毒性	556
二、发育毒性	556
三、生殖与发育毒性的特点及靶器官	557
第二十九章 食品取样与前处理	564
第一节 食品采样	564
一、采样的目的和用途	564
二、采样工具和容器	564
三、样品分类	568
四、采样方法	568
四、采样数量	568
五、样品的保存和运送	569
六、检验报告	570
第二节 样品的预处理	570
一、有机物破坏法	572
二、蒸馏法	570
三、溶剂提取法	570
四、盐析法	571
五、化学分离法	571
六、色层分离法	571

七、浓缩	571
第三节 样品前处理新方法	572
一、固相萃取	572
二、固相微萃取	574
三、液相微萃取(液滴微萃取和液膜微萃取)	575
四、超临界流体萃取	577
第三十章 转基因食品的安全性及检测	587
第一节 概述	587
一、转基因食品的概念	587
二、转基因食品的主要作用	587
三、转基因食品的研究与发展	588
四、对转基因食品安全性的争议	591
第二节 转基因食品的安全性问题	594
一、外源基因的安全性	594
二、潜在致敏性	594
三、影响膳食营养平衡	594
四、影响人体肠道微生态环境	595
五、产生有毒物质	595
第三节 转基因食品安全性的评价	595
一、转基因食品安全性评价的必要性	595
二、安全性评价的基本原则	596
三、安全性评价的内容与方法	599
四、安全性评价应注意的问题	601
第四节 转基因食品的检测	601
一、转基因食品的检测方法	602
二、转基因食品检测技术的发展方向	604
附录	
附录一 中华人民共和国食品安全法	607
附录二 中华人民共和国食品安全法实施细则	620
附录三 中华人民共和国动物防疫法	628
附录四 生猪屠宰管理条例	638
附录五 国家食品安全事故应急预案	643
附录六 中华人民共和国农产品质量安全法	650
附录七 实发公共卫生事件应急条例	656

第十九章 乳与乳制品卫生

第一节 概述

- 一、乳的概念
- 二、乳的化学组成
- 三、乳的物理性质
- 四、乳的营养价值

第二节 影响乳与乳制品卫生质量的因素

- 一、乳畜的种类和品种
- 二、乳畜的年龄和泌乳期
- 三、饲养管理和环境温度
- 四、挤乳方法
- 五、乳畜的健康状况
- 六、乳的化学性污染
- 七、乳的微生物污染
- 八、加热和冷冻加工

第三节 鲜乳的生产加工卫生

- 一、乳的生产卫生

- 二、鲜乳的初步加工卫生

第四节 鲜乳的卫生检验

- 一、样品的采集
- 二、感官检验
- 三、理化检验
- 四、微生物检验
- 五、乳房炎乳的检验

第五节 掺假乳的检验

- 一、乳中掺假物的特点和分类
- 二、牛乳掺假检验

第六节 鲜乳的卫生评价与处理

第七节 奶粉的卫生检验

第八节 炼乳的卫生检验

第九节 酸奶的卫生检验

第十节 奶油的卫生检验

乳是哺乳动物分娩后从乳腺中分泌出来的一种白色或稍带黄色并具特有香味的不透明的液体。乳中含有幼畜生长发育所需要的全部营养成分,是哺乳动物出生后最适于消化吸收的完全食物。随着人民生活水平的提高,乳及其制品已成为人类营养的重要来源之一。

第一节 概述

一、乳的概念

在母畜泌乳期内,由于生理、病理或其他因素的影响,乳的成分和性质会发生变化。根据成分变化情况将乳分为初乳、常乳、末乳和异常乳。

1. 初乳

母畜在产犊后1周以内所分泌的乳,称为初乳。初乳呈黄色,浓厚、黏稠,有特殊气味。其化学成分与常乳有着明显的差异。蛋白质含量可高达17%,超出常乳数倍之多,含有丰富的球蛋白和清蛋白,有利于迅速增加幼畜的血浆蛋白;还含有大量的白细胞、免疫球蛋白、酶、维生素等,有利于提高幼畜的抗病能力;另外,初乳中还含有大量的无机盐,而乳糖含量较常乳低。初乳中的镁有轻泻作用,可促使胎粪排出。初乳对幼畜生长发育极为有利。但由于初乳热稳定性差,遇热易形成凝块,所以不能作为加工乳

制品的原料乳。但目前许多研究者利用食品分离重组技术,用初乳生产出含生物活性物质的初乳粉和免疫乳。

2. 末乳

母畜停止泌乳前1周所产的乳,称为末乳。末乳中各种成分的含量,除脂肪外均较常乳高。末乳具有苦而微咸的味道,解脂酶增多,又带有油脂的氧化味,不宜贮藏。末乳也不适于作为加工乳制品的原料乳。

3. 常乳

初乳期过后到干奶期前1周所产的乳称为常乳。其成分及性质基本趋向稳定,它是乳制品加工原料和人们日常的饮用乳。

4. 异常

乳母畜泌乳过程中由于动物本身的生理、病理原因以及其他外来因素造成乳的成分及性质发生变化的乳,统称为异常乳。异常乳常分为生理异常乳、病理异常乳和成分标准异常乳。生理异常乳一般是指初乳、末乳以及营养不良乳;病理异常乳包括乳房炎乳、病畜乳、酸败乳和酒精阳性乳;成分标准异常乳是指低成分乳、冻结乳、掺水掺杂及添加防腐剂的乳。不论哪一类异常乳,均不能作为乳制品的原料乳。

二、乳的化学组成

乳是多种物质组成的混合物,含有上百种成分,主要由水、脂肪、蛋白质、乳糖、矿物质、维生素及酶类等物质组成。正常情况下,牛乳各种成分的组成在乳中基本是稳定的,但会受到品种、泌乳期、年龄、季节、气温、健康状况、饲料及挤奶等因素的影响而略有变化,其中脂肪的变动最大,蛋白质次之,乳糖和无机盐比较稳定。牛乳的营养价值和质量主要取决于乳中的干物质。哺乳动物正常乳汁的主要化学成分及其含量见表 19-1 和图 19-1。

表 19-1 哺乳动物正常乳汁的化学成分及含量(%)

乳的成分	水分	脂肪	乳糖	酪蛋白	乳白蛋白及 乳球蛋白	灰分
牛乳	87.32	3.75	4.75	3.00	0.40	0.75
山羊乳	82.34	7.57	4.96	3.62	0.60	0.74
绵羊乳	79.46	8.63	4.28	5.23	1.45	0.97
马乳	90.68	1.17	5.77	1.27	0.75	0.36
犬乳	75.44	9.57	3.09	6.10	5.05	0.73
人乳	88.50	3.30	6.80	0.90	0.40	0.20

(一)水分

水是乳的主要成分,根据水在乳中存在形式不同,可分为游离水、结合水和结晶水。游离水在其他成分的分散介质,乳中各种物质都以不同的分散度分散其中,使乳汁得以构成均匀而稳定的流体。游离水不稳定,在100℃时汽化,在0℃时冻结,经浓缩、干燥等方法加工奶粉、炼乳时易于排出。结合水是与蛋白质、乳糖以及一些盐类结合存在,较稳定,不易排出。乳中还有少量晶体水。

(二)乳脂肪

牛乳中脂肪约有97%~99%为甘油酯,1%为磷脂,此外,还有少量游离脂肪酸、胆固醇及其他类脂。乳脂肪以微细球状的乳浊液状态分散于乳中,脂肪球的表面有一层磷脂蛋白膜,使得乳脂肪球均匀地分散于乳汁中而不会相互融合(图 19-1)。但脂肪球膜能在强酸、强碱或机械搅拌下被破坏。乳脂肪在常

温下呈液态,易挥发,是形成牛乳风味的主要物质,同时也是稀奶油、奶油、全脂奶粉及干酪等乳制品的主要成分。乳脂肪相对密度较乳液低,会发生脂肪上浮,而且容易受光、氧气、温度和金属等因素的影响,发生氧化,出现哈喇味。

乳脂肪的脂肪酸组成随季节的变化会有较大的变动,尤其是饲料,牛乳脂肪酸中大约 60% -70% 是饱和脂肪酸(主要是软脂酸、硬脂酸和豆酸),25% -30% 是不饱和脂肪酸(主要是油酸),还有大约 4% 是多不饱和脂肪酸(亚油酸和亚麻酸)。

乳脂肪的特点:存在一些短链脂肪酸(4、6、8、10 个碳原子),这在其他脂肪中是很少见的,丁酸(在其他一般脂肪中不存在)在乳脂肪的脂肪酸中却占 4%。

短链脂肪酸的重要性:首先,它们具有某些显著的特征气味,而这些气味对于形成某些乳制品,尤其是干酪的风味和气味是非常重要的;其次,乳脂肪中含有相对丰富的短链脂肪酸,易消化,也可用来鉴别用其他脂肪掺假问题。

牛乳是以脂肪球分散在包含非脂乳固体的水相中形成稳定的乳浊液形式存在的,脂肪几乎都是以小脂肪球的形式存在,脂肪球表面被脂肪球膜的蛋白和磷脂包裹着。脂肪球的直径在 0.1-20 μm 范围。在重力作用下,因为乳脂肪和水相之间密度的不同,造成脂肪球的大量上浮,形成稀奶油。

乳脂肪与空气中的氧、光线、金属铜等接触时,将发生氧化作用,从而产生所谓的脂肪氧化臭。乳脂肪的氧化发生在不饱和脂肪酸的双键位,产生一种令人不愉快的气味。因为乳制品一般不允许使用抗氧化剂,因此必须将加工的乳脂产品,如奶油和无水乳脂的氧化降低到最小程度。乳中存在的细菌,以及将牛乳加热至 80 $^{\circ}\text{C}$ 以上,都有抗氧化作用,后者导致少量硫氢基化合物的形成。

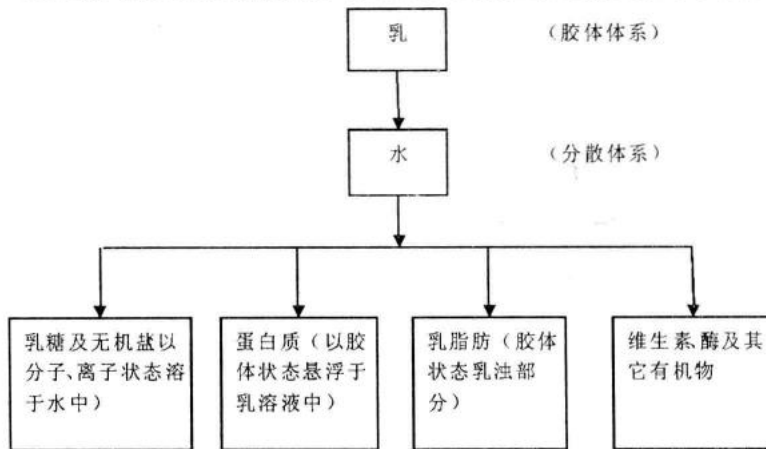


图 19-1 乳的化学成分及其存在状态

在牛乳的总固形物中,除脂肪外,其余统称为非脂乳固体,即总固形物和脂肪含量之间的差值,非脂乳固体包括乳中的蛋白质、乳糖、无机盐、维生素和微量含氮化合物。

(三) 蛋白质

牛乳中的蛋白质

含量约为 2.8% -3.5%,其中 80% -83% 为酪蛋白,17% -20% 为乳清蛋白,剩余的 3% -5% 为一些含氮化合物,属于非蛋白氮(如氨、游离氨基酸、尿素、尿酸、肌酸、嘌呤碱等及少量含氮维生素中的维生素态氮)。

1. 酪蛋白(casein)

将脱脂乳 pH 调节至 4.6,在 20 $^{\circ}\text{C}$ 时沉淀的蛋白质就是酪蛋白。酪蛋白有 α 、 β 、 κ 、 γ 四种,不溶于水 and 酒精,可被弱酸和凝乳酶(皱胃酶)等凝固。酪蛋白以酪蛋白磷酸钙络合物的形式存在于乳中,当

酪蛋白的钙盐被破坏,钙与酪蛋白分离,酪蛋白就会自然析出。酪蛋白是生产干酪(cheese)和干酪素(casein)的主要原料。

2. 乳清蛋白(lactoalbumin)

在 pH4.6 酪蛋白沉淀后,存在于乳清中的蛋白质称为乳清蛋白,主要有 α -乳白蛋白、 β -乳球蛋白、血清白蛋白(BSA)免疫球蛋白和胨,还含有游离氨基酸(FAA)、多肽、乳铁蛋白、其他微量蛋白质和含氮化合物。

(1) α -乳白蛋白(α -La) 不含磷,能溶于水,在酸或凝乳酶的作用下不凝固。但加热至 80℃,即开始凝固;加热至 110℃,60% 的乳白蛋白变性。

(2) β -乳球蛋白(β -Lg) 是乳清蛋白中的主要蛋白质,加热时不凝固,但在酸性条件下加热时可发生凝固而沉淀。

(3) 免疫球蛋白(Ig) 初乳中 Ig 含量高,主要有 IgG、IgA 和 IgM。

(四) 乳糖

乳糖是哺乳动物乳汁中特有的糖类,是由葡萄糖和半乳糖结合成的双糖,并是乳成分中较稳定的一种。当奶牛将停止泌乳或患有乳房疾病时,乳糖含量会降低。乳糖属于双糖,在乳糖酶(lactase)作用下水解生成葡萄糖和半乳糖。成年人的消化道中乳糖酶的含量较低,甚至缺乏,尤其是有色人种,不能分解乳糖,食用乳后出现腹胀、腹泻等“乳糖不适应症”(lactose intolerance)的症状。为了解决此问题,可先将乳糖水解成单糖,再生产乳制品,以提高乳糖的消化吸收率,避免“乳糖不适应症”的发生。

乳糖是一种可降解的糖类,当乳受热时会发生美拉德反应,使乳发生非酶褐变,使乳产品色泽和气味等感官性状改变。乳糖的甜度只有蔗糖的 1/6,溶解度不大(大约 21g/100ml 水),浓缩乳制品中会出现结晶。溶液中的乳糖是以 α -型与 β -型乳糖的平衡混合物形式存在的,当温度超过 93.5℃时,过饱和溶液中形成 β -乳糖(无水物)结晶;而低于 93.5℃时,形成 α -含水乳糖结晶。后者乳糖以结晶形式存在的乳粉和炼乳中。乳糖经乳酸菌发酵产生乳酸。

(五) 矿物质

乳中的矿物质主要有钾、钠、钙、镁、硫、磷、氯、铁等常量元素(表 19-2),还有锌、铜、锰、碘等微量元素。由于鲜乳中存在具有缓冲能力的盐类和蛋白质,因此,鲜乳保持一定的 pH 值,并呈稳定的胶体状态。

表 19-2 牛乳中主要矿物质含量(mg/kg)

矿物质	钠(Na)	钾(K)	镁(Mg)	钙(Ca)	磷(P)	氯(Cl)
平均值	470	1500	120	1210	950	1030
范围	300-700	1000-2000	50-240	900-1400	700-1200	800-1400

除了只以溶液形式存在的氯化物之外,乳中主要的无机盐均以两种形式存在:可溶的和胶体的,可溶性的钾、钠和氯化物主要是以离子形式存在,钙、镁小部分呈离子状态,大部分与酪蛋白、柠檬酸、磷酸结合呈胶体状态,磷是磷蛋白(酪蛋白)、磷脂及有机磷酸脂的成分。乳中 90% 以上的钾和钠是可溶性的,而钙和镁却只有 35% 是可溶性的。乳中的钙、镁与磷酸盐、柠檬酸盐之间保持适当平衡是保持乳对热稳定性的重要条件,乳经乳酸菌发酵后酸度不断升高,不溶性钙、镁逐渐变为可溶性,结果可溶性钙、镁含量过剩,在较低温度下,乳即可凝固。

乳中氯离子含量和乳糖含量之间有一定的比例关系,从而保证乳具有一定的渗透压。如果乳畜患乳房炎,则导致氯离子含量增高,氯与糖比例失调。

(六) 维生素

牛乳中含有几乎所有已知的各种维生素,有水溶性维生素 B₁、B₂、B₆、叶酸、B₁₂、维生素 C 和脂溶性

维生素 A、D、E、K 两大类,其中维生素 B₂ 含量很丰富,但 D 的含量不多。初乳中维生素 A 及胡萝卜素含量较高,采食青贮饲料多的乳畜所产乳中维生素 A 的含量高。酸乳在发酵中微生物可合成维生素,干酪及奶油中含有丰富的脂溶性维生素。不同的维生素的热稳定性不同,B₂、A、D 等对热稳定,而维生素 C 不耐热,见光易分解,故在加工中应避免高温长时间加热,采用避光包装材料和不锈钢容器。

(七) 酶

乳中酶的种类较多,现已发现 60 多种,有些酶来自乳腺组织,有些则是微生物在代谢过程中的产物,主要有过氧化物酶(peroxidase)、解脂酶(lipase)、磷酸酶(phosphatase)和溶菌酶(lysozyme)等。但与乳制品生产密切相关的主要有水解酶类及氧化还原酶类。

解脂酶:主要存在于末乳中,微生物也可产生解脂酶,它能将脂肪水解为甘油和脂肪酸,使末乳出现哈喇味,奶油产生焦臭味。脂酶经 80℃/20s 可完全钝化。乳脂肪对脂酶的热稳定性有保护作用。乳脂肪在脂酶作用下分解产生游离脂肪酸而带来脂肪分解臭,这是乳制品尤其是奶油常见的一种缺陷。

磷酸酶:碱性磷酸酶经 62.8℃/30min 或 72℃/15s 被钝化,以此可用来检验巴氏杀菌乳杀菌是否彻底(磷酸酶试验)。

过氧化氢酶:主要来自白血球的细胞成分,特别是在初乳和乳房炎乳中。因此可将过氧化氢酶试验作为检验乳房炎乳的手段之一。钝化条件:75℃/20min。

过氧化物酶:主要来自白血球的细胞成分,是固有的乳酶。钝化条件:70℃/150min;75℃/25min;80℃/2.5s。

蛋白酶:耐热性强,80℃/10min 可钝化,作用的最适 pH8.0,能使蛋白凝固。

上述酶类是乳中固有的乳酶,而还原酶则是微生物的代谢产物,因其数量与微生物污染的程度成正比,在微生物检验中常用来判断乳的新鲜程度。磷酸酶为乳中固有的酶,其中酸性磷酸酶耐热,要完全使其失活,需 95℃ 经 5min 加热;而碱性磷酸酶 62.8℃ 经 30min 或 72℃ 经 15s 加热即可失活。因此,利用碱性磷酸酶试验,可以检验鲜乳的消毒是否完全。

(八) 其他成分

乳中还含有有机酸、细胞成分、气体、色素物质、激素、生长因子以及生物活性肽和其他微量成分。

1. **有机酸** 主要有柠檬酸,少量的乳酸、丙酮酸、尿酸、马尿酸、苯甲酸和微量的乙酸、丙酸、丁酸、叶酸及草酸等有机酸,神经氨酸在初乳、末乳以及乳房炎乳中含量较高。柠檬酸对乳的缓冲系统具有一定作用,也是发酵乳特征风味物质的前体物质,对奶油、干酪芳香气味的形成具有重要意义。

2. **细胞成分** 乳中体细胞主要是白细胞、乳腺上皮细胞,偶尔还有少量红细胞。一般正常牛乳体细胞数为 5 万个/ml,不超过 50 万个/ml。当奶牛的乳房发生感染时,体细胞数会明显增高到 50 万-30 000 万个/ml。因此,体细胞计数是评价牛乳卫生质量的一项重要指标,也是判定奶牛是否患有乳房炎的一种方法。

3. **气体** 乳中的气体主要是 CO₂,其次是 O₂ 和 N₂ 等。乳在贮藏或处理中,CO₂ 会逸出而减少,O₂ 和 N₂ 随着乳在空气中暴露而增多。O₂ 的存在则导致维生素和脂肪的氧化变质,故乳应尽量在密闭容器及管道内输送、贮存及处理。

4. **色素** 牛乳中的色素物质有脂溶性的叶绿素、叶黄素和胡萝卜素,溶解于乳清中的核黄素和维生素 B₂。山羊乳中维生素 A 含量很高,但几乎不含胡萝卜素,因此,山羊乳为纯白色,其奶油也为白色。

5. **激素及生长因子** 乳中的激素和生长因子的种类很多,目前已检测到 50 多种。主要的生物活性物质有促性腺激素释放激素(GnRH)、促甲状腺素释放激素(TRH)、甲状腺素、吗啡、铃蟾肽(bombesin)、胰岛素等激素和表皮生长因子(EGF)、胰岛素样生长因子(IGF)、转化生长因子(TGF)等细胞因

子,尤其在初乳中含量高。

三、乳的物理性质

乳的物理性质与乳制品的加工有密切关系,同时也是检测乳及乳制品卫生质量的重要依据。

(一) 色泽

乳的色泽与乳畜的品种、饲料及产乳季节等因素有关。全脂牛乳呈乳白色或微黄色的不透明液体。乳白色是脂肪球和酪蛋白-磷酸钙复合物对光不规则反射和折射所产生的,微黄色来自乳中的胡萝卜素和叶黄素。乳黄素和核黄素为水溶性,故乳清呈黄绿色。

(二) 气味和滋味

乳具有特殊的乳香气味,主要是由低级脂肪酸、丙酮酸、乙醛类和二甲硫醚及其他挥发性物质所形成,经加热后其香气更浓。牛乳微甜来自乳糖,微酸来自柠檬酸和磷酸,咸味来源于氯化物,而苦味由镁和钙形成。乳房炎乳因氯离子含量较高,故有咸味。山羊乳具有膻味,与其中含有的脂肪酸的种类有关。

(三) 密度与比重

牛乳的密度是指 20℃ 的牛乳与同体积 4℃ 水的质量比值,正常牛乳的密度为 1.028-1.032;而乳的比重是指 15℃ 的牛乳与同体积 15℃ 水的质量比值,正常牛乳的比重为 1.030-1.034。乳的密度是由乳固体含量所决定。非脂乳固体增加,则密度增加;反之,则密度降低。鲜乳脱脂后密度增加,掺水后密度下降。因此,在原料乳的验收时,需测定乳的密度。此外,乳的密度还随温度而变化。在 10-25℃ 范围内,温度每变化 1℃,乳的密度相差 0.0002。

(四) 冰点和沸点

牛乳的冰点一般在 -0.525-0.565℃ 之间,山羊乳的冰点为 -0.580℃。乳的冰点很稳定,如果在乳中掺入水,可导致冰点上升。掺水 1%,冰点约上升 0.0054℃,故可用测定冰点的方法检验乳中是否掺水。可根据冰点的变动用下列公式来推算掺水量(但只对酸度在 20°T 以内的新鲜乳):

$$w = (t-t')/t(100-ws)$$

式中:w - 以质量计的加水量(%)

t - 正常乳的冰点(℃)

t' - 被检乳的冰点(℃)

ws - 被检乳的乳固体含量(%)

牛乳的沸点在 101kPa(1 个大气压)下约为 100.55℃。乳的沸点受乳中干物质的含量的影响,乳浓缩时,沸点会相应上升。当牛乳浓缩 50% 时,沸点可上升 0.5℃,将达到 101.05℃。

(五) 酸度与 pH

乳的酸度通常是指乳的自然酸度(natural acidity)和发酵酸度(acidity of fermentation)即为总酸度(total acidity),我国常用吉尔涅尔度(thormer degrees, °T)表示。以酚酞作指示剂中和 100ml 牛乳所需 0.1mol/L 氢氧化钠的毫升数,以 °T 表示,牛乳的酸度通常为 16-18 °T。这种酸度称为固有酸度或自然酸度,主要由乳中的蛋白质、柠檬酸盐、磷酸盐及 CO₂ 等酸性物质所形成,与贮存过程中微生物繁殖所产生的乳酸无关。新鲜牛乳的自然酸度为 16-18 °T,其中来源于磷酸盐和柠檬酸盐的占 10-12 °T,蛋白质占 3-4 °T,CO₂ 占 2 °T。另外,牛乳在存放过程中,由于微生物作用,分解乳糖产生乳酸而使酸度升高,称为发酵酸度。自然酸度与发酵酸度之和,称为总酸度。通常所说的牛乳酸度是指其总酸度。如果

微生物污染乳并生长繁殖,分解乳糖产生乳酸,则导致乳的酸度升高。这种因发酵产酸而增高的酸度称为发酵酸度。酸度是衡量乳的新鲜度和热稳定性的重要指标,乳的酸度高,新鲜度和热稳定性差,贮存时间较短。

乳的酸度增高,可使乳对热的稳定性大大降低,也会降低乳的溶解度和保存期,对乳品加工及乳品质量有很大影响。所以乳酸度是乳品卫生质量的重要指标,在贮藏鲜乳时为防止酸度升高,必须迅速冷却,并在低温下保存。

新鲜牛乳的 pH 在 6.4-6.8 之间,平均为 6.6。羊乳的 pH 为 6.3-6.7。酸败乳、初乳的 pH 在 6.4 以下,乳房炎乳、低酸度乳的 pH 在 6.8 以上。乳的 pH 易受乳中缓冲成分的影响,所以 pH 与滴定酸度之间实际没有一定的规律关系。

(六) 表面张力与黏度

牛乳在 15℃ 时表面张力为 0.040-0.062N/m。表面张力与泌乳期、乳中干物质含量和温度有关,初乳中蛋白质含量高则表面张力低;全脂乳表面张力为 0.052 N/m,脱脂乳为 0.056 N/m;乳的温度高则表面张力低。表面张力与牛乳的气泡性、乳浊液状态、微生物生长、热处理、均质作用、风味等有关。测定乳的表面张力可用于区别正常乳和异常乳,也可初步判定生乳和杀菌乳。

牛乳在 20℃ 时黏度为 0.0015-0.002Pa·s(即帕斯卡秒)。乳的黏度与乳的化学组成、泌乳期和温度有关,初乳、末乳和病畜乳的黏度比常乳大,乳的含脂率或非脂乳固体含量增加时黏度升高,温度升高时乳的黏度降低。

四、乳的营养价值

乳中含有丰富的营养成分,可促进人体生长发育、调节生理功能和维持身体健康,所含各种营养素可以被人几乎全部消化吸收,“一杯牛奶强壮一个民族”是对牛乳营养价值的最好诠释。所以,乳和乳制品已经逐渐成为人们食物组成的重要部分,受到世界各国的普遍重视。

(一) 乳蛋白质

乳含有优质全价蛋白质,其蛋白质中含有人体需要的全部必需氨基酸,且极易被人体消化和吸收,利用率很高。乳中蛋白既为婴幼儿和青少年提供生长发育所必须的氨基酸,又为体内其他含氮化合物提供氮源。乳蛋白质的营养价值与谷类或大豆蛋白质具有互补性,目前已用于诸如面条等植物性食品的营养强化。有些蛋白质可增强机体免疫功能、抑制肠道有害微生物生长、促进某些微量元素的吸收,还有抗衰老作用。乳中含有的生长因子、免疫活性肽、非蛋白氮等含氮物质都具有重要生理功能。

(二) 乳脂肪

乳脂肪是最重要的营养成分与能量物质,其熔点(34.5℃)低于人的体温,颗粒小,消化吸收率高达 95%,它含有较多人体所需的必需脂肪酸,适合各类人群食用。乳中的磷脂可为神经组织提供胆碱来源,是细胞膜的组成部分,可促进神经信息的传递。类脂在细胞生命过程中对物质的转运和能量的传递起重要作用,乳脂中的某些成分还具有抗菌、抗癌和抗氧化等作用。

(三) 碳水化合物

乳中的主要碳水化合物是乳糖,进入人体内可调节胃酸,促进胃肠道消化,有利于钙和其他矿物质的吸收,能促进婴幼儿智力的发育,并且有助于肠道中乳酸菌繁殖和抑制有害微生物的生长繁殖,还可参与细胞组成和细胞活动。乳中的葡萄糖、半乳糖、低聚糖等碳水化合物也具有重要的生理功能,例如半乳糖有助于血管内膜组织的迅速生长,延缓动脉硬化的形成。

(四) 矿物质

牛乳中含有 0.8% 左右的无机盐, 主要以 Ca、Mg、K、Na、Cl、PO₄、碳酸氢盐和柠檬酸盐的形式存在, 同时还有其他一些微量元素的无机盐存在, 如 Cu、Zn、Fe。牛乳中的无机盐的含量随着奶牛的品种、泌乳期、季节、饲料等种种条件而异。

除了只以溶液形式存在的氯化物之外, 乳中主要的无机盐均以两种形式存在: 可溶的和胶体的, 可溶性的钾、钠和氯化物主要是以离子形式存在, 钙、镁小部分呈离子状态, 大部分与酪蛋白、柠檬酸、磷酸结合呈胶体状态, 磷是磷蛋白(酪蛋白)、磷脂及有机磷酸酯的成分。乳中 90% 以上的钾和钠是可溶性的, 而钙和镁却只有 35% 是可溶性的。

乳中含有多种矿物质, 对人体最有营养价值的是钙, 其次是磷, 而且容易被吸收。钙是构成骨骼和牙齿的主要元素, 对婴(幼)儿、青少年和老人来说, 牛奶是钙的最好来源。磷构成磷脂, 组成细胞膜, 参与能量代谢, 维持体液酸碱平衡。

(五) 维生素

牛乳中维生素种类很多, 尤其是维生素 B₂ 的含量较高。因此, 乳品是人体维生素 B₂ 的良好的来源。

第二节 影响乳与乳制品卫生质量的因素

乳的卫生质量受生产、加工和流通过程中许多因素的影响, 若处理不当, 则乳的理化性质和卫生状况就会发生改变, 使其营养价值降低、感官性质改变, 甚至不能食用。因此, 要生产优质乳品, 必须加强奶牛的饲养管理和乳品加工中的卫生监督, 避免不利因素的影响。影响乳品品质的主要因素有以下几个方面:

一、乳畜的种类和品种

乳畜的种类和品种不同, 其乳汁的化学组成不同, 如羊乳的脂肪含量比其他动物高, 而绵羊乳的脂肪和蛋白质含量又较山羊的高。一般而言, 泌乳量高的牛, 乳中脂肪含量较低, 如水牛乳的含脂率较荷兰牛、黑白花牛为高; 牦牛乳的脂肪含量超过 6%, 适于加工奶油。马乳中乳糖含量高, 有利于微生物发酵, 可加工马奶酒。山羊乳几乎不含胡萝卜素, 因此呈白色, 但低级脂肪酸含量高, 故具有膻味。

二、乳畜的年龄和泌乳期

乳畜的泌乳量以及乳汁的化学成分都随着年龄、产仔数和泌乳期不同而异。一般来说, 初产奶牛乳脂肪和非脂乳固体含量最高, 多数奶牛到 7 胎后乳脂肪含量下降。初产奶牛产奶量少, 从第 2 胎起泌乳量逐渐增加, 第 7 胎达到高峰。

在整个泌乳期, 乳汁的化学组成和物理性质差异很大。初乳呈黄色, 脂肪、蛋白质含量高, 酸度和相对密度较高。末乳中氯离子含量增加, 酸度降低, 并含解脂酶。

三、饲养管理和环境温度

合理的饲养管理和供给乳畜全价优质饲料, 既可增加产奶量, 又可提高乳的品质, 使乳中蛋白质维持在较高水平上。饲料影响乳的色泽、风味和化学组成, 营养丰富的饲料可提高产乳量和乳固体含量,